

Список використаної літератури:

1. Матвєєва О. Л. Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення стічних вод /Матвєєва О.Л., Демянко Д.О., Огданська І.О. // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка Лазаряна В.— 2012. — Вип. (41). — С. 181–186.
2. Угляр Ю.М., Борщизин І.Д., Хром'як У.В. / Восточно-Европейский журнал передовых технологий «Электрофлотокоагуляційне очищення стічних вод підприємства» / 2014. - № 2(10). - С. 30-34.
3. Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М. / Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища\ Навчальний посібник Вінниця ВНТУ 2014.
4. Айрапетян Т.С. «Технологія очистки промислових стічних вод» / Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017.
5. Штепа В.М. /«Обґрунтування алгоритму експериментально аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління» /"Енергетика і автоматика", №2, 2014 р.

ЗАЛІЗО-МАРГАНЦЕВІ КІРКИ, СФОРМОВАНІ НА ПОВЕРХНІ ГРАНУЛ ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД Fe^{2+} і Mn^{2+} ЯК КАТАЛІЗАТОР ПРОЦЕСІВ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ І ДЕМАНГАНАЦІЇ

Чарний Д. В., Мацелюк Є. М.

*Інститут водних проблем і меліорації НААНУ, Україна, м. Київ, dmitriych10@gmail.com,
evgen1523@ukr.net*

Більшість робіт по деманганациї і знезалізненню води присвячені фізико-хімічним процесам із введенням додаткових реагентів, які, на думку авторів, забезпечують видалення наднормативних концентрацій цих сполук, особливо це стосується марганцю. Дещо менше є робіт з біологічної обробки подібних вод за допомогою хемолітотрофної мікробіоти. В дисертаційній роботі автора "Розвиток теоретичних засад і удосконалення технологій очищення природних вод в системах сільськогосподарського водопостачання" теоретично, експериментально і практично доведено можливість використання відразу двох безреагентних процесів – біотичного та абіотичного. Вони відбуваються паралельно і конкурують між собою при переведенні розчинних сполук Fe^{2+} і Mn^{2+} до нерозчинних форм. При такому очищенні води відбувається бурхливе і дуже швидке утворення залізо-марганцевої кірки (надалі ЗМ кірки) на поверхні субстрату. В нашому випадку субстратом є зерна фільтрувального завантаження з гранул пінополістиролу. Швидкість утворення візуальної кірки становить 10 – 25 діб. Утворена кірка, у свою чергу, стає каталізатором переходу $\text{Mn(II)} \rightarrow \text{Mn(IV)}$ та $\text{Fe(II)} \rightarrow \text{Fe(III)}$ і, відповідно, сприяє пришвидшенню переходу розчинних форм до нерозчинного стану з подальшим їх затриманням у товщі фільтрувального завантаження.

Каталітична дія пояснюється складом сформованої кірки. Спершу на поверхні гранули формується шар аморфного феріжедріту, а далі починає формуватися шар з вищих оксидів марганцю – Mn_3O_4 . В процесі його формування відбувається ущільнення аморфного феріжедріту. Потенціал – ζ поверхні з вищих оксидів марганцю $\sim (-9,33 \pm 0,341)$ мВ. І він ще активніше за феріжедріт сорбує на свою поверхню катіони Mn^{2+} , активно їх каталізує і

окиснює. При цьому позитивно заряджений катіон Mn^{2+} сприяє сорбції від'ємно заряджених колоїдів $Fe(OH)_3$. Вивчалися ЗМ кірки, що утворилися на гранулах фільтрувального завантаження двох станцій очищення підземних вод: 1 – в місті Узин Білоцерківського р-ну Київської області, 2 – в селі Червона Слобода Макарівського р-ну Київської обл.

В процесі дослідів встановлювались фізико-хімічні властивості залізо-марганцевих кірок, а також їх кристалічна будова. Для цього проводилися вимірювання товщини кірки на поверхні гранули за допомогою мікрометра МІКРОТЕХ МК-25, також визначалась маса кірок. Встановлювався вміст заліза і марганцю у відкладеннях за допомогою аналітичного методу шляхом вилугування. Додатково для визначення якісного складу кірки застосовано рентгенофлуоресцентну спектрометрію за допомогою обладнання ElvaX компанії "Елватех", за фірмовою методикою.

Фазовий склад ЗМ кірки досліджували методом рентгенівської дифрактометрії на установці ДРОН-УМ1 у монохроматичному $Cu-K\alpha$ -випромінюванні. В якості монохроматора використовували встановлений на дифрагованому пучку монокристал графіту. Обробку даних проводили з використанням програми для повнопрофільного аналізу дифракційних картин PowderCell 2.4.

Результати метричних вимірів кірки з гранул фільтрувального завантаження станції очищення води міста Узин наступні: товщина плівки на гранулах зі станції водопідготовки м. Узин становить: $0,518 \pm 0,209$ мм при $P=0,95$ і $\epsilon=40,347\%$; маса плівки на гранулах: $0,0039 \pm 0,0004$ г при $P=0,95$ і $\epsilon=10,256\%$. Виміряти подібні фізичні характеристики для кірок з гранул станції очищення води с. Червона Слобода не вдалося, структури, сформовані на поверхні гранул пінополістиролу, були надто "пластично-крихкими" для механічного вимірювання мікрометром. Маса плівки на гранулах: $0,841 \pm 0,049$ г при $P=0,95$ і $\epsilon=5,863\%$.

Вміст заліза і марганцю, які були вилугувані з кірок фільтрувального завантаження станції очищення води м. Узин, наступні: концентрація марганцю – $115,593 \pm 4,332$ мг/дм³ при $P=0,95$ і $\epsilon=3,747\%$, загального заліза – $55,333 \pm 30,853$ мг/дм³ при $P=0,95$ і $\epsilon=55,777\%$.

Вміст заліза і марганцю, які були вилугувані з кірок фільтрувального завантаження станції очищення води с. Червона Слобода: концентрація марганцю – $55,067 \pm 10,946$ мг/дм³ при $P=0,95$ і $\epsilon=19,878\%$, загального заліза – $100,476 \pm 4,284$ мг/дм³ при $P=0,95$ і $\epsilon=4,264\%$.

Відсоткову розшифровку спектрограми наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Відсоткова розшифровка спектрограми фільтрувального завантаження станції колонного типу в с. Червона Слобода

Елементи	Ca	Mn	Fe	Br
%	0,36	13,12	85,88	0,64

Кристалічну структуру плівки визначили за допомогою рентгенівської дифрактометрії. Отримані мінерали відносяться до манганітів - загальної формули MnO_x , де $1 < x < 2$. Манганіти характеризуються дисперсністю; деякі з них містять значну кількість рентгенаморфної фази і є метастабільними - з тенденціями перетворення у більш стійкі кристалічні фази. Нецілочисельне значення величини x веде до появи негативного заряду структури манганітів. Утворений в процесі водопідготовки на поверхні гранул манганіт дуже близький за структурою до тодорокіту.

Згідно із дослідженням Р. і В. Барнсів [34], манганіти поділяють за структурною ознакою на шаруваті (філломанганіти), ланцюгові і тунельні. До тунельних відносять - тодорокіт (Na, Ca, K) (Mg, Mn)[Mn_5O_{12}] $\cdot H_2O$. Його структура складається із зшитих поперечними зв'язками ланцюжків октаєдрів шириною в один або два октаєдра.

Маючи значний від'ємний заряд поверхні і відкриті кристалічні ґратки, манганіти захоплюють низку низьковалентних катіонів: Na^+ , K^+ , Br^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+}

нейтралізуючи, тим самим, свій заряд. Це підтверджується нашими спостереженнями, які виявили стабільне зменшення загальної жорсткості очищеної води в процесі водопідготовки у порівнянні з вихідною. Підтверджують це і діаграми рентгенофлуоресцентної спектроскопії, на яких присутні піки кальцію. Раніше, на основі експериментів, було доведено досить високу ефективність пінополістиролу для часткової дезактивації поверхневих вод від $^{90}\text{Sr}^{2+}$, проте механізм цього процесу залишався недостатньо з'ясованим.

В процесі очищення води за розробленою технологією ми, одночасно з вилученням наднормативних концентрацій заліза і марганцю, отримуємо каталітичну плівку на поверхні гранул фільтрувального завантаження. Ця плівка сформована з ЗМ кірки як у вигляді кристалічної структури тодорокіту, так і у вигляді рентгенаморфної структури з вкрапленнями тодорокіту. Відповідно, у сформованій таким чином ЗМ кірці присутній значний відсоток вищих оксидів марганцю, які забезпечують каталітичну дію плівки відносно окиснення $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{4+}$ і $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$. Експериментально підтверджено, що в процесі формування нового шару тодорокіту відбувається захоплення катіонів Br^{2+} і Ca^{2+} , а це, у свою чергу, свідчить про потенційну можливість розробленої технології до вилучення з подібних вод інших низьковалентних катіонів, наприклад Mg^{2+} , Sr^{2+} (в т.ч. радіоактивних ізотопів), Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} та інших. Спираючись на це ми стверджуємо, що отримана нова технологія водопідготовки на базі природних процесів геобіохімічних циклів заліза і марганцю, а також новий фільтрувальний матеріал зі значним потенціалом подальшого розвитку.

ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД КАТІОНІВ ХРОМУ

Черкасова М.А., Прибега Н.С., Фролова Л.А., Пасенко О.О.

Науковий керівник Фролова Л.А.,

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро,
19kozak83@gmail.com*

Хром широко використовується в різних галузях промисловості. Широке використання сполук хрому призводить до утворення великої кількості хромвмісних стічних вод (ХСВ). Сполуки хрому класифікуються як високотоксичні речовини. У стічних водах хром міститься в окислених Cr(VI) та у відновлених формах Cr(III) . Існуючі методи очищення мають низку недоліків. Зазвичай Cr(VI) відновлюється до Cr(III) , останній разом з іншими катіонами важких металів осаджується вапном, содою та іншими лужними реактивами.

Перспективним є використання адсорбційної технології. Для очищення ХСВ можуть використовуватися адсорбенти різного хімічного складу та механізму дії. Переваги технологій, що використовують адсорбенти - це високий ступінь видалення, легкі способи регенерації та можливість багаторазового використання. Однак більшість з них мають високу вартість, тому використання дешевих адсорбентів або хемісорбентів, які не поступаються за своїми властивостями дорогим аналогам, є актуальним.